



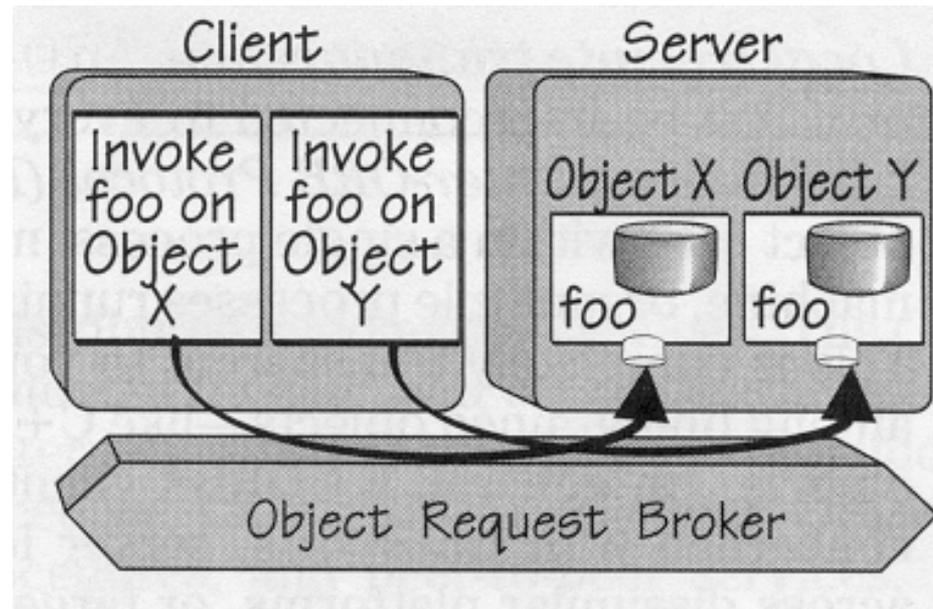
TP Java RMI

Alexandre Denis – Alexandre.Denis@inria.fr

**Inria Bordeaux – Sud-Ouest
France**

Paradigme RMI

- RMI (Remote Method Invocation)
 - RPC “orientés objet” (encapsulation, héritage, ...)
 - objet : entité de désignation et de distribution



Java RMI

- Des “**RPC orientés objets**” en Java
 - Passage des **paramètres par copie** lors des appels de méthode à distance (**sérialisation**)
 - implements Serialized
 - Transport TCP
 - Déploiement via le registre de nom “rmiregistry”
- Autres caractéristiques
 - ramasse-miette réparti (Distributed Garbage Collector)
 - intégration des exceptions
 - chargement dynamique de “byte code” (codebase)
 - aspect sécurité, applets, persistance, proxy, serveur http

Modèle de threads

- Appel **synchrone** de la méthode distante
 - Client bloqué tout le temps de l'appel distant
 - 1 thread par client côté serveur
- Appel asynchrone
 - En utilisant explicitement un thread côté client...
- Appels concurrents côté serveur
 - Exclusion mutuelle avec le mot clef “synchronized”

Interface d'Objet Distribué

- Un **Objet Distribué** (OD)
 - Son interface doit étendre **java.rmi.Remote**
 - Ses méthodes doivent déclarer qu'elles sont susceptibles de lancer des **exceptions** `java.rmi.RemoteException`
 - Son interface doit manipuler des types :
 - Primitifs, transmis par copie
 - **Serializable** (e.g. `String`, ..., ou défini par l'utilisateur)
 - **Remote**, références vers d'autres OD
- Ne pas confondre
 - **Remote** : référence vers un objet distant
 - **Serializable** : objet copié via le réseau

Exemple d'interface

-

```
// Hello.java
import java.rmi.Remote;
import java.rmi.RemoteException;

public interface Hello extends Remote
{
    String sayHello() throws RemoteException;
}
```

Implémentation de l'objet

- HelloImpl.java

```
import java.rmi.RemoteException;
import java.rmi.registry.LocateRegistry;
import java.rmi.registry.Registry;
import java.rmi.server.UnicastRemoteObject;

class HelloImpl implements Hello
{
    public String sayHello() throws RemoteException
    {
        System.out.println("Remote Invokation of method sayHello()");
        return "Hello World!";
    }
}
```

Implémentation du serveur

- HelloServer.java

```
public class HelloServer
{
    public static void main(String args[])
    {
        try
        {
            // activation de l'objet distribué
            Hello hello = new HelloImpl();
            Hello stub = (Hello)UnicastRemoteObject.exportObject(hello, 0);

            // binding de l'objet distribué dans le registre de nom
            Registry registry = LocateRegistry.getRegistry();
            registry.rebind("hello", stub);
        }
        catch (Exception e)
        {
            System.out.println("HelloServer Exception: " + e.getMessage());
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

HelloClient.java

```
import java.rmi.RemoteException;
import java.rmi.registry.LocateRegistry;
import java.rmi.registry.Registry;

public class HelloClient
{
    public static void main(String args[])
    {
        try
        {
            // recherche de l'objet distribué dans le registre de nom
            Registry registry = LocateRegistry.getRegistry(args[0]); // ← machine serveur
            Hello hello = (Hello) registry.lookup("hello");

            // appel de méthode à distance
            String s = hello.sayHello();
            System.out.println(s);
        }
        catch (Exception e)
        {
            System.out.println("HelloClient exception: " + e.getMessage());
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

Registre de nom

- `rmiregistry [port]`
 - démarre le registre de nom des objets distants sur la machine en cours avec un certain numéro de port (par défaut, port 1099)

- Exemples

```
rmiregistry &
```

```
rmiregistry 2011 &
```

Déploiement

1) Compilation du client et du serveur RMI

```
HostA> javac *.java
```

2) Démarrage du registre de nom RMI (par défaut port 1099)

```
HostA> rmiregistry 5555 &
```

3) Démarrage du serveur (sur la même machine que le registre de nom)

```
HostA> java HelloServer 5555
```

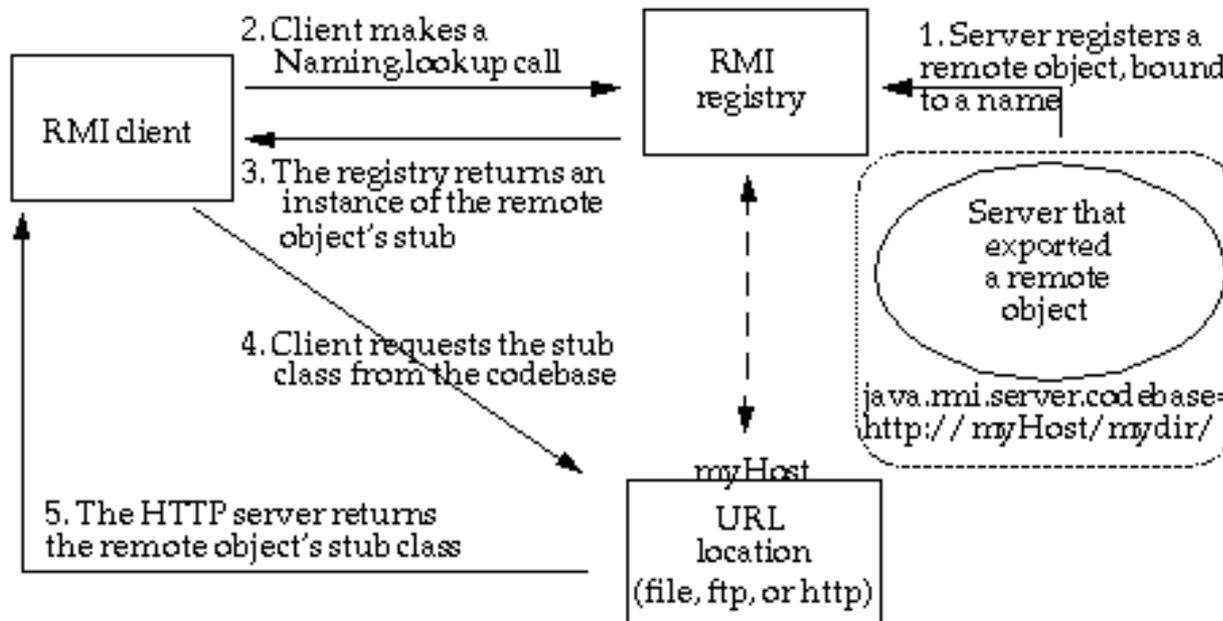
4) Démarrage du client RMI (en local et à distance)

```
HostA> java HelloClient localhost:5555
```

```
HostB> java HelloClient HostA:5555
```

Téléchargement des stubs

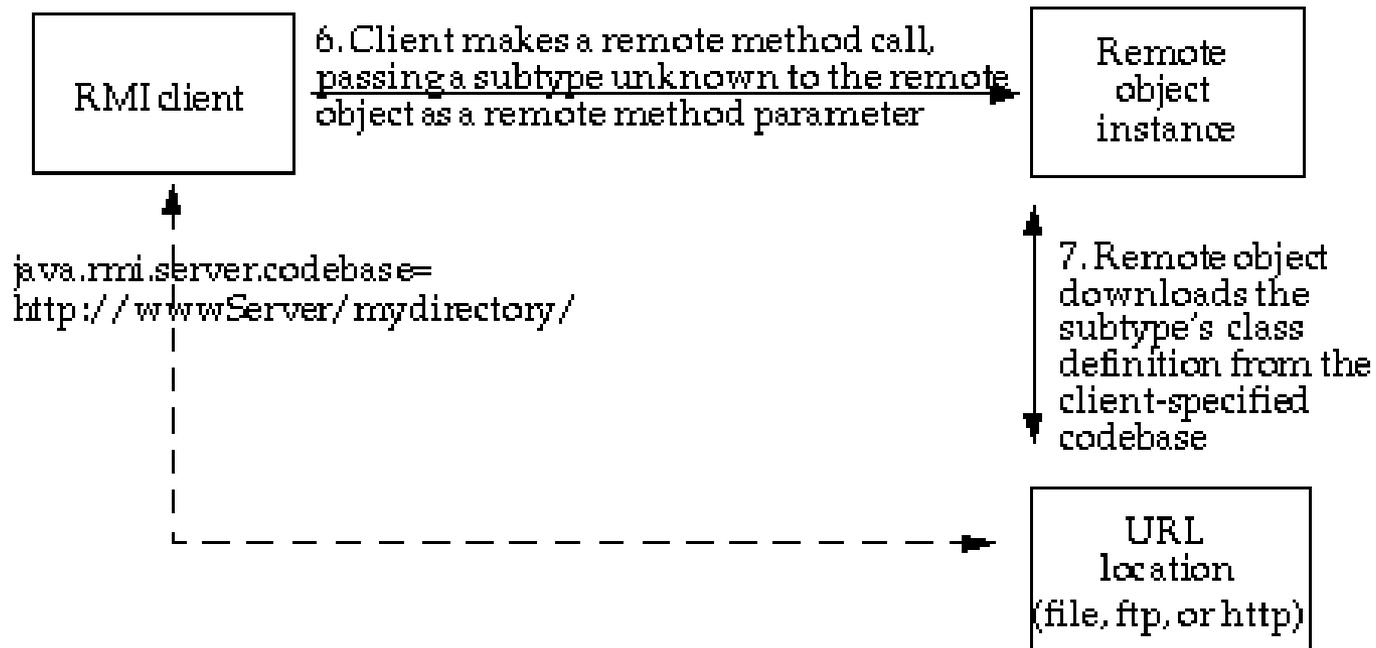
- Cas où le client ne connaît que l'interface Remote et ne dispose pas par avance des stubs...



Source : Sun

Téléchargement d'un sous-type

- Le serveur manipule un sous-type défini uniquement par le serveur...



Source : Sun

Security Manager et Codebase

- Utilisation d'un Security Manager

```
if (System.getSecurityManager() == null) {  
    System.setSecurityManager(new SecurityManager());  
}
```

- Politique de sécurité (fichier all.policy)

```
grant {  
    permission java.security.AllPermission;  
};
```

- Prise en compte de la politique de sécurité

```
java -Djava.security.policy=all.policy ...
```

- Utilisation du codebase avec HTTP (extension du classpath)

```
java ... -Djava.rmi.server.codebase=http://webserver/classes/
```

Récapitulatif

- Définition de l'**interface**, partagée entre client et serveur
- Implémentation de l'**objet**, dans le serveur
- Implémentation du **processus serveur**
 - Activation de l'objet
 - Publication de la référence dans le registre
- Implémentation du **client**
 - Recherche de la référence dans le registre
 - Appel de méthode à distance

Travail à faire

Echauffement

- Compiler et faire tourner les exemples Hello World
 - En local
 - A distance
 - Avec le serveur d'un voisin
- Modifier l'exemple pour que le message soit passé en argument de la méthode
- Modifier le serveur pour avoir plusieurs instances d'objets distribués

Calcul distribué

- Approximation de Pi par la formule de Bailey–Borwein–Plouffe (1995)

$$\pi = \sum_{k=0}^{\infty} \left[\frac{1}{16^k} \left(\frac{4}{8k+1} - \frac{2}{8k+4} - \frac{1}{8k+5} - \frac{1}{8k+6} \right) \right]$$

- Permet de calculer directement le N^{ème} chiffre de Pi
 - En hexadécimal...
- Notes :
 - Calculer chiffre par chiffre n'est pas le meilleur algo pour calculer Pi
 - BBP pas le meilleur algo pour calculer les chiffres de Pi
 - Bellard, puis Gourdon ont proposé un algo plus efficace
 - Algo **simple** pour calculer en distribué

Calcul distribué – étape 1, version naïve

- Télécharger pi.java
- Compiler, faire tourner localement
- Faire un service de calcul distribué maître-esclave
 - Un objet esclave fournissant la méthode `piDigit`
 - Un maître appelle la méthode sur les esclaves et reconstitue le résultat global
 - Faire tourner avec plusieurs esclaves simultanés
 - Comment gère-t-on plusieurs requêtes simultanées côté maître ?

Calcul distribué – étape 2, paquets

- La première version n'est pas très efficace avec un RMI pour chaque chiffre
 - Nous allons désormais calculer par paquet de chiffre, et non chiffre par chiffre
 - Quel type d'objet circule alors sur le réseau avec les RMIs ?
- Proposer une nouvelle version où chaque appel calcule un ensemble de chiffres
 - Le maître doit réassembler les paquets/chiffres dans le bon ordre !
 - Vérifier que le résultat est identique à celui donné par le `pi.java` original

Calcul distribué – étape 3, callback

- Pour gérer l'asynchronisme entre maître et esclaves, le **callback** est une alternative fréquente
 - Le maître est serveur, propose du travail
 - Les esclaves demandent du travail et envoient leur résultat
 - 2 méthodes séparées
- Proposer une nouvelle version basée sur ce principe
 - Vérifier encore une fois que le résultat est identique à celui donné par le `pi.java` original
- Quelle version est la plus simple ?

FAQ

- `ClassNotFoundException` à l'enregistrement d'un objet dans le registry
 - `rmiregistry` doit avoir la définition de l'interface dans son CLASSPATH
- `Address already in use` au lancement de `rmiregistry`
 - Utilisez un autre port que le port par défaut 1099

À vous de jouer !

inria
informatics mathematics

<http://dept-info.labri.fr/~denis/>

Title

- Content

Title

- Content

Titre de la page

Texte courant dunt am iriure commolut eumsandio odor sectem
nonsed tinim nis nisl utem dion hent amcorer in vendio.

Ugait delis aliquip sustie delit, secte velent aliquam, quisl ulla
doloreet dolesed euguercip esent illa feugiam vent non henim.

To consed te dolesed uationsequat nonsed ex ea core dolore
velismo lendrer aesenim ea adiat.

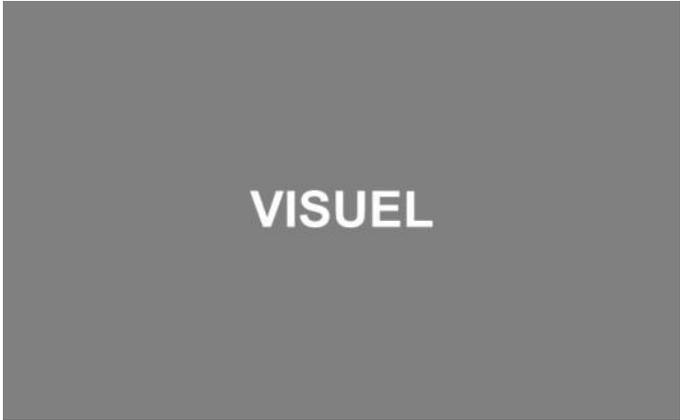
Riurero conse modolorper se doloreetuero esequip.

- El iniamcom ea faccum nulputpat,
- Sequis adipism odolore dolent prat volore faccum venit,
- Consecte volorem inciliq uipsum et am accummo,
- Nummy nostin hent utpate ex.

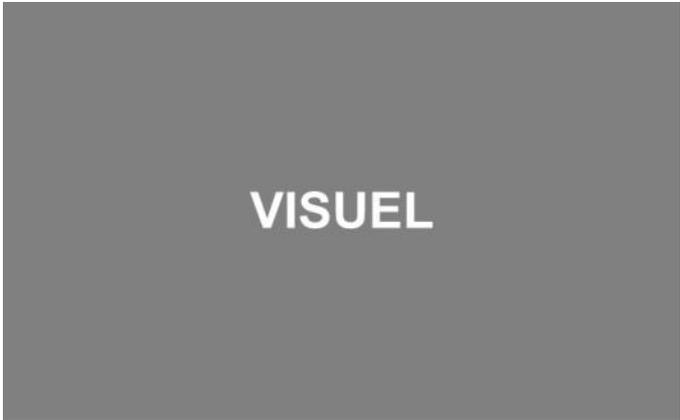
Titre de la page

Texte courant dunt am iriure com-
molut eumsandio odor sectem
nonsed tinim nis nisl utem dion
hent amcorer in vendio od.

- Ugait delis aliquip sustie
delit, secte velent aliquam.
- To consed te dolesed uatio
sequat nonsed ex ea core.
- Riurero conse modolorper
se doloreetuoero.



VISUEL



VISUEL

Titre de la page

Texte courant dunt am iriure com-
molut eumsandio odor sectem
nonsed tinim nis nisl utem dion
hent amcorer in vendio od.

- Ugait delis aliquip sustie delit, secte velent aliquam.
- To consed te dolesed uatio sequat nonsed ex ea core.
- Riurero conse modolorper se doloreeturo.

